EAN '96

34th Conference of Experimental Stress Analysis
34. konference o experimentální analýze napětí
3. - 6.6. 1996, Plzeň, Czech Republic

METHODS FOR DETERMINATION OF THE OFF - SET OF ENGINE CYLINDER LINERS
METÓDY PRE URČENIE VYOSENIA VLOŽIEK VALCOV MOTORA

Kubík Ľ.

The problem of the off-set of engine cylinder liners is solved by holographic interferometry method and nonlinear regresion function method. These methods enabled us to determine displacement of liner centre from experimental data by several aproximations.

ÚVOD

Pri statickom zaťažení bloku motora vznikajúcom dotiahnutím kotevných skrutiek fixujúcich hlavu motora na predpísaný moment, dochádza k deformácii vložiek valcov. Deformácia sa môže prejaviť zmenou ovality vložiek valcov a v niektorých prípadoch aj celkovým vyosením vložiek valcov voči pôvodnej polohe. Takéto zmeny môžu spôsobiť vznik oderkov vo valcoch alebo zadretie piesta valca. Dostatočne presné určenie vyosenia vložiek valcov je v takomto prípade dôležité pre uskutočnenie vhodných úprav materiálu, technológie výroby alebo koštrukcie motora. Tento problém bol riešený pre prototyp motora traktora

ZETOR UR-IV spojením metódy holografickej interferometrie a metódy nelineárnej regresnej funkcie.

EXPERIMENTÁLNA METÓDA

Pre experimentálne určenie vyosenia vložiek valcov bola použitá dvojexpozičná metóda holografickej interferometrie s využitím osového holografického záznamu [1] umožňujúceho súčasné meranie celej vnútornej plochy vložky valca. Vyhodnotenie holografického interferogramu bolo uskutočnené metódou relatívnych iterferenčných čiar [2] popísanej rovnicou

$$dN\lambda = -\, d\vec{n}\,\Delta r$$

Spôsob vyhodnotenia holografického interferogramu spočíval v tom, že ak pri pozorovaní určitého bodu na objekte cez interferogram bol zmenený smer pozorovania tak, že táto zmena zodpovedala v rovine interferogramu vektoru $d\vec{n}$, prešiel cez pozorovaný bod dN interferenčných čiar. Takto bolo možné vypočítať vektory posunutia $\Delta\vec{r}$ rovnobežné s rovinou interferogramu, ktoré predstavovali radiálne premiestnenia na obvode vložiek valcov. Orientáciu vektorov premiestnenia bolo možné určiť prídavným elementom v experimente, čo umožňilo priradiť znamienka zmenám interferenčného rádu, a tým určiť či v danom mieste došlo k vydutiu alebo preliačeniu okraja vložky.

Premiestnenia získané touto metódou sú uvedené v tab. 1. Premiestnenia boli určené na prednom, strednom a zadnom priemere vložky v miestach zodpovedajúcich číslam hodinového ciferníka. Krajná chyba určenia premiestnení na obvode vložky bola 9%.

Premiestnenia získané metódou holografickej interferometrie predstavovali zmenu ovality obvodu vložky, pričom v sebe zahŕňali informáciu o celkovom premiestnení priemeru vložky v meranom mieste, teda vyosenie priemeru vložky v tomto mieste. Riešenie problému vyosenia spočívalo v nájdení súradníc (m,n) posunutého stredu vložky po deformácii. Vychádzalo sa z predpokladu, že pôvodne kruhový obvod vložky so súradnicami stredu (0,0), bude mať po deformácii tvar elipsy so stredom o súradniciach (m,n). Rovnica elipsy pre kladnú polrovinu v tvare

$$y = n + b\left[1 - \frac{(x-m)^2}{a^2}\right]^{1/2}$$

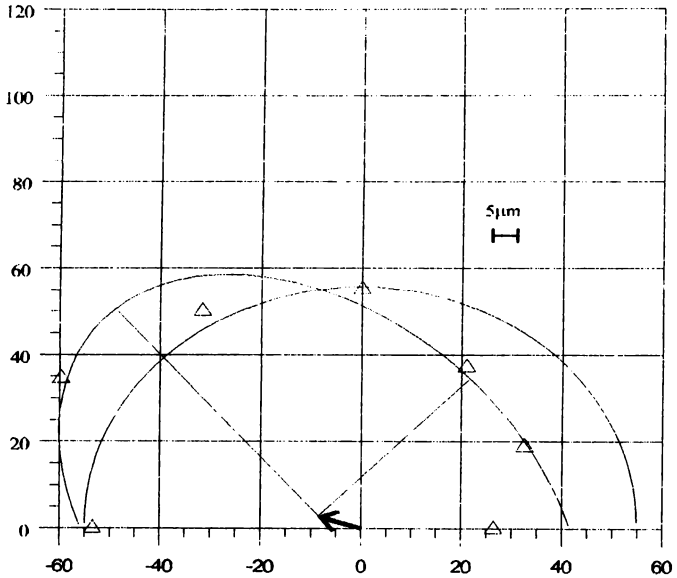
s poloosami a,b, ktorá je funkciou parametrov m,n,a,b bola prevedená na lineárnu regresnú funkciu rozvinutím do Taylorovho radu v okolí bodu (m_0,n_0,a_0,b_0), pričom približné hodnoty parametrov m_0,n_0,a_0,b_0 boli najprv získané z epirických hodnôt (x_i,y_i). Na takto získanú funkciu,

$$y = y_0 + (n - n_0) + (b - b_0)x_1 + (m - m_0)x_2 + (a - a_0)x_3$$

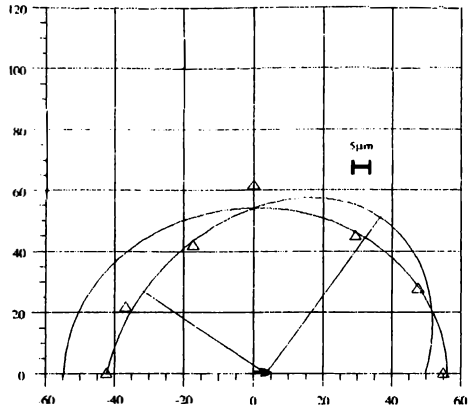
ktorá bola lineárna v neznámych $\Delta n=(n-n_0)$, $\Delta b=(b-b_0)$, $\Delta m=(m-m_0)$, $\Delta a=(a-a_0)$, boli použité podmienky najmenších štvorcov. Takto boli získané hodnoty Δn_1, Δb_1, Δm_1, Δa_1 a z nich ako ďalšie aproximácie hodnoty $n_1=\Delta n_1+n_0$, $b_1=\Delta b_1+b_0$, $m_1=\Delta m_1+m_0$, $a_1=\Delta a_1+a_0$. Po tejto aproximácii bol postup opakovaný s hodnotami n_1, b_1, m_1, a_1 atď až kým aproximačný proces nedospel k uspokojivým výsledkom.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D1[μm]	-12.1	-17.3	-28.5	-24.8	-26.9	-26.9	+20.6	-12.5	-1.6	+14.0	+4.7	0.0
D2[μm]	-3.5	0.0	0.0	-21.0	-7.9	+18.0	+12.7	-10.6	-12.7	-11.9	-11.9	+6.3
D3[μm]	-5.8	+8.5	+14.8	+7.2	+4.2	0.0	+19.4	-33.1	-29.0	-24.4	-15.5	-10.8

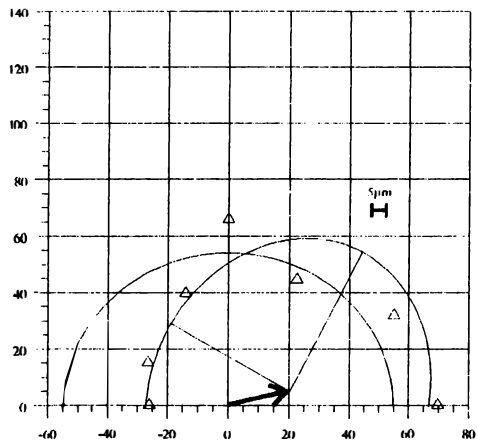
Tab. 1 Premiestnenia na obvode vložky v bodoch zodpovedajúcich číslam ciferníka hodín pre predný,stredný a zadný priemer. Znamienko + znamená vydutie, znamienko – preliačenie.



Obr. 1 Vyosenie stredu vlozky v mieste predného priemeru. Mierka platí pre zdeformovaný obvod vlozky. Vyosenie (19.0±2.0) μm.



Obr. 2 Vyosenie stredu vlozky v mieste stredného priemeru. Mierka platí pre zdeformovaný obvod vlozky. Vyosenie (3.3±2.0)μm.



Obr. 3 Vyosenie stredu vlozky v mieste zadného priemeru. Mierka platí pre zdeformovaný obvod vlozky. Vyosenie (35.0±2.0)μm.

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Celý aproximačný proces bol spracovaný v jazyku Turbo Pascal v 6.0. Počiatočné hodnoty parametrov boli odhadnuté s využitím nameraných premiestnení z tab.1 nasuperponovaných na súradnice bodov merania (x_i, y_i) na obvode vložky. Metóda bola veľmi citlivá na vstupné parametre. Deformované obvody vložiek aproximované použitou metódou v mieste predného stredného a zadného priemeru sú na obr.1,2,3 aj s vyosenami svojich stredov. Krajná chyba určenia vektora vyosenia bola (6–66)%. Vždy je zobrazený nezdeformovaný obvod vložky, aproximovaný zdeformovaný obvod vložky, skutočné zmeny obvodu vložky a vektor vyosenia stredu. Pri výpočte bolo použitých sedem bodov aproximačnej elipsy pre kladnú polrovinu. Metóda umožnila automaticky a dostatočne presne určiť veľkosť a orientáciu vyosenia a tým vylúčila zdĺhavé a nepresné grafické prístupy.

LITERATÚRA

[1] Baláš,J.–Szabo,V.: Holografická interferometria v experimentálnej mechanike. Bratislava, Veda, 1986.

[2] Keprt,J.: JMO,25,1979,č.5,s.137–142

RNDr. Ľubomír KUBÍK

Katedra fyziky, MF VŠP, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

tel.: 0042 (0)87 601, kl.759. Fax.: 0042 (0)87 417 003. E-mail: kubik@uniag.sk